

**Der Einfluß definierter
Nahrungsfette auf fäkale Lipidexkretion
und Serumlipide**

von
Heinz Altenburg
aus
Erlangen

1970 # 356



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546218_0053

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. L. Demling

Der Einfluß definierter Nahrungsfette auf fäkale Lipidexkretion und Serumlipide

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Heinz Altenburg
aus
Erlangen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr.H.Valentin

Referent: Prof. Dr.G.Berg

Korreferent: Prof. Dr.L.Demling

Tag der mündlichen Prüfung: 30. 7. 1970

Herrn Prof. Dr. L. Demling danke
ich für die Übernahme des Refera-
tes und für die Arbeitsmöglichkeit
in seiner Klinik.

Für die Überlassung des Themas und
die jederzeit hilfreiche Beratung
in Fragen zu dieser Arbeit bin ich
Herrn Prof. Dr. G. Berg zu besonde-
rem Dank verpflichtet.

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

I n h a l t

E i n l e i t u n g	Seite 1
M a t e r i a l u n d M e t h o d i k	2
E r g e b n i s s e	4
Gesunde Probanden	
Patienten mit Steatorrhoe	
Patienten mit Hyperlipidämie	
D i s k u s s i o n	8
Z u s a m m e n f a s s u n g	16
L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s	18

E i n l e i t u n g

Das Nahrungsfett besteht fast ausschließlich aus Triglyceriden mit einer Kettenlänge der Fettsäuren von 14 - 20 Kohlenstoffatomen (33,86,91). Der gesunde Erwachsene nimmt täglich etwa 50 - 150 g Fett zu sich und nutzt es zu 95 % und mehr aus (28). Eine Stuhlfettausscheidung bis etwa 7 g täglich gilt als physiologisch (27,56,85).

Bei einer Vielzahl von Maldigestions- und Malabsorptionszuständen ist der menschliche Organismus nicht mehr in der Lage, die normalen Nahrungsfette ausreichend zu spalten und zu resorbieren, es kommt zur Steatorrhoe als dem wichtigsten klinischen Leitsymptom (26,59,60,103).

Ausgehend von älteren Untersuchungen (57,64,82,99) gelang es später, den Verdauungs-, Absorptions- und Transportmechanismus der verschiedenen Triglyceride einschließlich der mittelkettigen Triglyceride - Triglyceride, deren Fettsäuren nahezu vollständig aus 6 - 10 Kohlenstoffatomen aufgebaut werden - weitestgehend aufzuklären (14,15,16,18,19,23,30,41,49,58,73,74,81,83,89,102). Es ergaben sich so wesentliche Unterschiede zwischen dem Stoffwechsel der langkettigen Triglyceride (LCT) und der mittelkettigen Triglyceride (MCT), daß zahlreiche Autoren daraufhin die MCT im Hinblick auf ihre Bedeutung für die diätetische Beeinflussung verschiedener Fettstoffwechselstörungen untersuchten (7,22,31,36,42,47,48,50,65,67,68,76,79,93,104,106,107). Heute können praktisch alle Patienten, die an mit Steatorrhoe einhergehenden Krankheiten leiden, mit einer Kost, in der die normalen Nahrungsfette durch MCT substituiert werden, kalorisch ausreichend ernährt werden. Die Besserung der Fettverdauung und Fettresorption läßt sich aus einer Abnahme der Stuhlgewichte, des Fettgehaltes der Stühle und einer Zunahme des Körpergewichtes ersehen (9,61,62,92,95).

Neben ihrer großen Bedeutung für die Prophylaxe bzw. Therapie der Steatorrhoe haben die Nahrungsfette auch entscheidenden Einfluß auf die Blutfette. Seit GROEN et al. (43), KINSELL et al. (71) und AHRENS et al. (1) erstmals über die serumcholesterinspiegelsenkende Wirkung verschiedener ungesättigter Nahrungsfette berichteten, haben viele Forscher diese Beobachtung bestätigt (11,20,70,77) und Überlegungen über den präzisen Mechanismus dieser Wirkung angestellt (2,3,8,32,38,45, 52,53). KAUNITZ et al. (69), BEVERIDGE et al. (12) und HASHIM et al. (46) brachten zwar mit ihrer Entdeckung, daß auch die MCT eine serumlipidsenkende Wirkung haben, wesentliche neue Gesichtspunkte in die Diskussion, es gelang jedoch bis heute nicht, die für die Senkung der Serumlipide verantwortlichen Faktoren aufzuklären (13, 25).

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, anhand von Stuhl- und Serumlipidanalysen den Einfluß verschiedener, definierter Nahrungsfette auf den Fettstoffwechsel von Gesunden und von Patienten mit Steatorrhoe verschiedener Ätiologie bzw. Hyperlipidämie verschiedener Genese zu untersuchen.

M a t e r i a l u n d M e t h o d i k

Die Untersuchungen wurden an zehn gesunden und vierzehn kranken Probanden durchgeführt.

Die täglich zugeführte Kalorienmenge von ca. 2000 Kalorien bestand zu etwa 50 % aus Kohlehydraten, zu etwa 30 % aus Fetten und zu etwa 20 % aus Proteinen.

Das in der Kost der gesunden Probanden enthaltene sichtbare Fett waren je 50 g B u t t e r (1.Woche), M a r g a r i n e auf Maiskeimölbasis (2.Woche) und M C T - Ö l⁺ (Öl aus mittelkettigen Triglyceriden) (3.Woche). Insgesamt enthielt die Nahrung der gesunden

⁺Hersteller: Margarine-Union Hamburg

und der kranken Probanden jeweils ca. 80 g (sichtbares und unsichtbares) Fett täglich. Die Zusammensetzung der in der vorliegenden Arbeit verwendeten Fette ist aus Tab. 1 ersichtlich.

Jeweils am 5.Tag einer Woche begann die gesunde Versuchsperson, drei Tage lang ihren gesamten Stuhl zu sammeln. Am Morgen des gleichen Tages wurden dem Probanden vor dem Frühstück etwa 10 ml Blut zur Bestimmung der Serumlipide aus der Armvene entnommen.

Das andere Kollektiv von Versuchspersonen waren Patienten, die sich einmalig oder wiederholte Male wochen- bis monatelang wegen Steatorrhoe verschiedener Ätiologie (zehn Patienten, s. Tab. 2) oder wegen Hyperlipidämie bzw. Hypercholesterinämie (vier Patienten, s. Tab. 3) in stationärer Behandlung der Medizinischen Universitätsklinik Erlangen befanden.

Bei den meisten Patienten mit Steatorrhoe bzw. Hyperlipidämie wurden die bisher üblichen Nahrungsfette bei zwingenden therapeutischen Gründen sofort oder erst einige Tage nach Klinikaufnahme (nach Erhalt eines Ausgangswertes) durch MCT-Öl und/oder Margarine auf Maiskeimölbasis ersetzt. Bei einigen Probanden wurden Butter und MCT-Öl versuchsweise in wöchentlichem Wechsel gegeben.

Die Patienten wurden angehalten, in jeder Woche ihres Klinikaufenthaltes an mindestens drei aufeinanderfolgenden Tagen ihren gesamten Stuhl zu sammeln. Außerdem wurden bei jedem Patienten mindestens einmal pro Woche die Serumlipide bestimmt.

Stuhl und Blut der gesunden und der kranken Probanden wurden nach folgender Methodik ausgewertet:

Die Berechnung der täglichen Stuhlfettausscheidung erfolgte nach der von TROLL und BERG (101) beschriebenen gravimetrischen Stuhlfettbestimmungsmethode.

Die tägliche Gesamtcholesterinausscheidung im Stuhl wurde aus jeweils 20 mg Stuhlfett nach der Methode Liebermann-Burchard berechnet.

Die Bestimmung der Serumlipid-Fraktionien erfolgte nach folgenden Methoden: Der Gesamtcholesteringehalt im Serum wurde mit Merckotest (Methode nach Liebermann-Burchard) der Fa. Merck AG, Darmstadt, bestimmt, das Neutralfett mit der Biochemica-Test-Combination der Fa. C.F.Boehringer & Soehne GmbH, Mannheim, und der Gesamtlipidgehalt im Serum mit Merckotest der Fa. Merck, Darmstadt. Für die veresterten Fettsäuren (EFS) wurde die kolorimetrische Bestimmungsmethode der Fa. Dr.H.Haury, München, angewandt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden mithilfe des KOLMOGOROFF-SMIRNOW-Tests und der zweifachen Varianzanalyse auf Signifikanz geprüft.

Die Abnahme der Stuhlgewichte, des Fettgehaltes der Stühle und eine Zunahme des Körpergewichtes wurden bei den Patienten mit Steatorrhoe als Kriterien für die Besserung benutzt (9). Bei den Patienten mit erhöhten Blutfettwerten wurde von einer Verminderung der Serumlipide auf einen therapeutischen Effekt geschlossen.

E r g e b n i s s e

I. Gesunde Probanden

1. Das Verhalten der Stuhlgewichte und der Stuhlfettausscheidung in Abhängigkeit vom zugeführten Nahrungsfett läßt sich aus Tab. 4 ersehen. Hierbei zeigt sich, daß die täglichen Stuhlgewichte bei Gabe von Butter bzw. MCT-Öl (je 5 Fälle) am höchsten waren. Die tägliche Stuhlfettausscheidung war nach Gabe von MCT-Öl stets am geringsten. MCT-Öl wurde in allen Fällen besser resorbiert als Butter (um durchschnittlich 26 %, in 6 von 10 Fällen sogar um

durchschnittlich 35 %) und Margarine (um durchschnittlich 20 %, in der Hälfte der Fälle sogar um durchschnittlich 30 %). Die statistische Auswertung erbrachte hochsignifikante Unterschiede ($p < 0,005$) zwischen der Stuhlfettausscheidung nach Gabe von Butter und nach Gabe von MCT-Öl und signifikante Unterschiede ($0,05 > p > 0,01$) zwischen den Stuhlfettwerten nach Gabe von Margarine und nach Gabe von MCT-Öl.

Die durchschnittliche Fäzeslipidexkretion betrug 4,12 g täglich.

2. Das Verhalten der Gesamtcholesterinausscheidung mit dem Stuhl in Abhängigkeit vom Nahrungsfett ist aus Tab. 5 ersichtlich. Die statistische Auswertung ergab signifikante Unterschiede ($0,05 > p > 0,01$) sowohl bei Vergleich der fäkalen Cholesterinexkretion nach Gabe von Butter bzw. Margarine als auch nach Gabe von Butter bzw. MCT-Öl. Die fäkalen Cholesterinexkretion erhöhte sich bei Ersatz der Butter durch Margarine auf Maiskeimölbasis in allen Fällen, durchschnittlich um 26 % (in 6 Fällen sogar um durchschnittlich 36 %). Bei den 10 gesunden Probanden schwankte die Gesamtcholesterinausscheidung mit dem Stuhl zwischen 142 und 591 mg pro die.
3. Die Wirkung der verschiedenen Nahrungsfette auf die Serumcholesterinwerte ist aus Tab. 6 ersichtlich. Die statistische Auswertung ergab hochsignifikante Unterschiede ($p < 0,005$) zwischen den Serumcholesterinwerten nach Gabe von Butter im Vergleich zu den Werten nach Gabe von MCT-Öl bzw. Margarine. Auch die Serumcholesterinwerte nach Gabe von Margarine und nach Gabe von MCT-Öl waren signifikant verschieden ($0,05 > p > 0,01$).
9 der 10 gesunden Probanden hatten nach Gabe von Butter den höchsten Serumcholesterinspiegel. Bei diesen 9 Probanden konnten die Serumcholesterinwerte

durch Gabe von Margarine auf Maiskeimölbasis statt Butter um durchschnittlich 15 % verringert werden.

In allen 10 Fällen war das Serumcholesterin nach Gabe von MCT-Öl niedriger als nach Gabe von Butter, durchschnittlich um 24 % (in der Hälfte der Fälle um durchschnittlich 34 %).

In 8 von 10 Fällen waren die Serumcholesterinwerte nach Gabe von MCT-Öl um durchschnittlich 15 % niedriger als nach Gabe von Margarine.

4. In je 7 Fällen wurden die Gesamtlipide und die veresterten Fettsäuren bestimmt (s. Tab. 7). Bei Gabe von Margarine waren in 6 von 7 Fällen die niedrigsten Gesamtlipidwerte zu verzeichnen. Die niedrigsten EFS-Werte erhielt man bei Gabe von Butter (5 Fälle) und Margarine (2 Fälle).
(Auf statistische Auswertung wurde hier verzichtet).

II. Patienten mit Steatorrhoe

Der Einfluß definierter Nahrungsfette auf Stuhlgewichte und Stuhlfettausscheidung bei den Patienten mit Malabsorptionssyndrom bzw. Maldigestionssyndrom verschiedener Ätiologie (10 Fälle) ist aus Tab. 8 zu ersehen.

In 8 von 10 Fällen verringerte sich nach Substitution des bisher üblichen Nahrungsfettes durch MCT-Öl und zusätzlicher Enzymsubstitution die tägliche Stuhlfettausscheidung beträchtlich. Die restlichen 2 Fälle mußten nach erfolgloser konservativer Therapie einer operativen Behandlung zugeführt werden.

In 9 von 10 Fällen wurde durch die Behandlung eine deutliche Abnahme ($0,05 > p > 0,025$) der erhöhten Stuhlgewichte erreicht.

Als repräsentativ für die Gruppe von Patienten mit Steatorrhoe bei Malabsorptionssyndrom kann Fall 1 gelten (s. Abb. 1): Unter der Behandlung kam es zu einer starken Reduktion der Stuhlgewichte, der Stuhlfettaus-

scheidung und der fäkalen Cholesterinexkretion und einem Anstieg der erniedrigten Serumcholesterinwerte auf Normalwerte.

Bei den Patienten mit Maldigestionssyndrom zeigte sich, daß erst nach Enzymsubstitution und gleichzeitigem Ersatz des bisher üblichen Nahrungsfettes durch mittelkettige Triglyceride die Stuhlgewichte und die Stuhlfettausscheidung wesentlich abnahmen.

III. Patienten mit Hyperlipidämie

Die Ergebnisse der diätetischen Behandlung von 4 Patienten mit Hyperlipidämie bzw. Hypercholesterinämie sind aus Tab. 9 zu ersehen. Die Stuhlgewichte und die Stuhlfettausscheidung normalisierten sich nach Substitution des bisher üblichen Nahrungsfettes durch polyensäurenreiche Triglyceride bzw. nach kombinierter Gabe von mittelkettigen und polyensäurenreichen Triglyceriden (je 2 Fälle).

Die Serumcholesterinwerte der 3 Patienten mit Hyperlipidämie normalisierten sich, die EFS-Werte nahmen stark ab und die fäkale Cholesterinexkretion stieg unter der Behandlung vorübergehend stark an.

Bei einem Fall von essentieller Hypercholesterinämie (Fall 12) gelang nur eine geringe Reduktion des Serumcholesterinwertes von 915 mg% auf 758 mg%, die EFS-Werte blieben unverändert hoch.

D i s k u s s i o n

Die Bedeutung der Nahrungsfette für die Serumlipide ist seit längerer Zeit bekannt (1,43,46,69,71,72,80). Die serumcholesterinspiegelsenkende Wirkung verschiedener ungesättigter Nahrungsfette wurde wiederholt bestätigt (4,20,21,29,40,77,100). Auch den mittelkettigen Triglyceriden wird eine serumlipidsenkende Wirkung zugeschrieben (12,32,39,46,69,84), die von verschiedenen Autoren jedoch nicht bestätigt werden konnte (6,17,97).

Der präzise Wirkungsmechanismus der Senkung des Serumlipidspiegels nach Gabe bestimmter Nahrungsfette und die spezifischen Faktoren in den Triglyceriden, die diese Senkung induzieren, konnten bisher noch nicht vollständig aufgeklärt werden (13,25). Von den meisten Autoren wird die Auffassung vertreten, daß der Abfall des Serumcholesterinspiegels nach Substitution der üblichen Nahrungsfette durch ungesättigte und/oder mittelkettige Triglyceride auf einer vermehrten fäkalen Cholesterinexkretion beruht (24,25,37,38,51,53,75,78,96,105).

Der Transport der langkettigen Fettsäuren (mit 14 und mehr Kohlenstoffatomen) oder ihrer Triglyceride erfolgt nahezu ausschließlich auf dem Lymphweg, während die kürzerkettigen Fettsäuren (mit 12 oder weniger Kohlenstoffatomen) sofort direkt ins Blut gelangen. Zwischen der Kettenlänge und der Resorption einer Fettsäure besteht ein enger Zusammenhang: Je größer das Molekulargewicht einer Fettsäure, desto schlechter wird sie aufgenommen (15,16). Bei dem für den gesamten Resorptionsvorgang zur Verfügung stehenden kurzen Zeitraum von 3 - 4 Stunden dürfte eine vollständige Hydrolyse von Triglyceriden mit langkettigen Fettsäuren kaum möglich sein (34,35): Man fand heraus, daß die langkettigen Fettsäuren nur zu etwa 86,5 %, die kurzkettigen dagegen zu nahezu 100 % resorbiert werden (73).

Außer der Kettenlänge ist auch der Grad der Sättigung der Fettsäuren und die Zusammensetzung der Nahrungsfette für die Resorptionsquote von Wichtigkeit. Ungesättigte Fettsäuren werden vollständiger resorbiert als gesättigte Fettsäuren mit gleicher Kettenlänge. Die Resorptionsquote einer Fettsäure kann man außerdem dadurch erhöhen, daß man sie zusammen mit bekanntermaßen schlecht zu resorbierenden Fettsäuren anbietet (31).

Die Einführung der mittelkettigen Triglyceride - Mischglyceride aus Fettsäuren mit Kettenlängen von 6 - 12 Kohlenstoffatomen - brachte eindeutige Fortschritte auf dem Gebiet der symptomatischen Therapie der Steatorrhoe. Mittelkettige Triglyceride als Nahrungsfett sind gut verträglich; sie können die langkettigen Triglyceride in der Diät völlig ersetzen und Gewichtsverlusten vorbeugen (46). Inzwischen haben sich diese synthetischen Fette, die sich aufgrund ihres kleineren Molekulargewichtes und der dadurch bedingten anderen physikalischen und chemischen Eigenschaften in Bezug auf Spaltung, Resorption und Abtransport aus den Dünndarmepithelzellen sehr wesentlich von den langkettigen Triglyceriden unterscheiden (49,66,67,81,90), in der diätetischen Behandlung von Patienten mit Malabsorptions- oder Maldigestionssyndromen bewährt; sie bewirken bei Steatorrhoen verschiedenster Ursache eine Verringerung der Anzahl, der Menge, des Fettgehaltes und des widerlichen Geruches der Stühle (50, 60,63,91).

Neben ihrer Bedeutung für die Prophylaxe bzw. Therapie der Steatorrhoe werden die ungesättigten und die mittelkettigen Triglyceride aufgrund ihrer serumlipidsenkenden Wirkung auch in der diätetischen Prophylaxe und Therapie der Hyperlipidämie bzw. Hypercholesterinämie verschiedener Genese eingesetzt (3,11,17,33,37,40).

Unter Berücksichtigung dieser bekannten Tatsachen lassen sich die eigenen Untersuchungsergebnisse wie folgt interpretieren:

Die bei unseren gesunden Probanden nachgewiesene durchschnittliche Fäzeslipidexkretion von 4,12 g täglich stimmt gut mit den von anderen Untersuchern (5) gefundenen Durchschnittswerten überein. Der Auffassung, größere Mengunterschiede in der täglichen Stuhlfettausscheidung hingen weniger von der Art des zugeführten Nahrungsfettes als vielmehr von individuellen Schwankungen ab, muß allerdings widersprochen werden. Der Einfluß der Art des Nahrungsfettes auf das Ausmaß der Resorption ist unbestritten. Bei unseren gesunden Versuchspersonen fanden wir nach Gabe ungesättigter bzw. mittelkettiger Triglyceride in einer definierten Nahrungszufuhr im Vergleich zur Resorptionsquote nach Gabe von langkettigen, überwiegend gesättigten Triglyceriden regelmäßig eine um durchschnittlich 20 - 30% verringerte Fäzeslipidexkretion, was auf eine Verbesserung der Fettresorption zu beziehen ist.

Der Serumcholesterinspiegel wird durch das zugeführte Nahrungsfett beeinflusst. Die vorgelegten Resultate stimmen gut mit vergleichbaren Untersuchungsergebnissen anderer Autoren überein, die wie wir stets eine serumcholesterinspiegelsenkende Wirkung der mittelkettigen Triglyceride bei Gesunden nachweisen konnten (12,32,46,69,84). Bei unseren Untersuchungen zeigte MCT - im Vergleich zu Margarine und zu Butterfett - den deutlichsten serumcholesterinspiegelsenkenden Effekt, es folgt Margarine auf Maiskeimölbasis.

Die von den meisten Autoren vertretene Ansicht, der nach Gabe polyensäurenreicher und/oder mittelkettiger Triglyceride beobachtete Abfall des Serumcholesterinspiegels komme durch eine vermehrte fäkale Cholesterinexkretion zustande (24,25,37,38,51,53,75,78,96,105), findet durch unsere Beobachtungen erneute Unterstützung.

Die in der vorliegenden Arbeit berechnete fäkale Cholesterinexkretion bei Gesunden von etwa 150 - 600 mg pro Tag ist et-

was niedriger als der von anderen Untersuchern mitgeteilte Wert (13,78,97), stimmt jedoch gut mit den von anderen Autoren (25,98) erhaltenen Ergebnissen überein.

Die Forderung, man solle nur bei vermehrter Fäzeslipidexkretion und pathologisch hohen Stuhlgewichten von einer Steatorrhoe reden (54), wird durch unsere Beobachtungen erfüllt und unterstützt: Bei unseren Patienten mit Steatorrhoe waren die tägliche Stuhl- und Stuhlfettausscheidung stets gleichzeitig stark erhöht. Bei der durch die Behandlung erzielten Abnahme der Stuhlfettausscheidung wurden (mit einer Ausnahme) auch regelmäßig die Stuhlgewichte geringer, und umgekehrt. Manche Untersucher behaupten sogar, die Stuhlmenge sei ein ungefähres Maß für die Fettausscheidung (10). Die von uns beobachteten enorm hohen Stuhl- und Stuhlfettwerte bei den Patienten mit Malabsorptionssyndrom nach Dünndarmresektionen bestätigen diese Hypothese. Die Parallelität von Stuhlgewicht/Stuhlfett gilt nur für Maldigestion und Malabsorption. Sie ist nicht gegeben bei erhöhtem Stuhlgewicht z.B. infolge verminderter Wasserresorption nach Kolektomie.

ZURIER et al. (107) berichteten als erste über den Nutzen von mittelkettigen Triglyceriden für die Behandlung von Malabsorptionssyndromen nach ausgedehnten Dünndarmresektionen. Die isokalorische Substitution von LCT durch MCT bewirke bei diesen Patienten eine deutliche Verbesserung der Fettresorption (7,36,68,88,104). Alle Autoren beschrieben eine starke Abnahme der täglichen Stuhlfettausscheidung und eine erhebliche Verminderung der Zahl und der Menge der täglichen Stuhlentleerungen; außerdem hätten die Patienten an Gewicht zugenommen und sich subjektiv wohler gefühlt. Aufgrund unserer eigenen Untersuchungsergebnisse an 5 Patienten mit zum Teil massiver Steatorrhoe bei Malabsorptionssyndrom nach Dünndarmresektion können wir diese Befunde bestätigen. Zwei dieser Patienten (Fälle 3 u. 4), bei denen stets nur leichte Remissionen erreicht werden konnten, mußten allerdings später relaparotomiert werden.

Verschiedene Autoren fanden bei ihren Patienten mit Steatorrhoe nach Dünndarmresektion einen bis auf das 6-fache der Norm erhöhten Fettgehalt im Stuhl (7). Bei unseren Patienten waren die Fäzeslipidmengen teilweise bis auf das 10-20-fache der Norm erhöht und gingen unter einer MCT-Diät und gleichzeitiger Applikation geringer Dosen von Pankreasfermentpräparaten auf 1/3 bis 1/4 des Ausgangswertes zurück: Bei einem 27-jährigen Patienten (Fall 1) z.B. von 111,9 g auf 43,5 g und bei einer späteren, erneuten Behandlung von 95,4 auf 27,4 g täglich (s. Abb. 1).

Bei diesen Patienten führte der Ersatz der mittelkettigen Triglyceride in der Nahrung durch andere Fette sofort wieder zu starker Zunahme der Fettausscheidungen mit den Stühlen und zu erhöhten Stuhlgewichten, die sich nach MCT-Substitution jedoch umgehend wieder besserten.

Obwohl allgemein die Auffassung vertreten wird, daß Enzyme bei der Behandlung des Malabsorptionssyndroms nicht notwendig sind, konnten wir einen günstigen Effekt zusätzlich verabreichter Verdauungsenzyme feststellen. Diese Beobachtung wurde auch von anderen Autoren gemacht (61,90,91,92).

Die günstige Wirkung von MCT bei Patienten mit exzessiver Steatorrhoe nach Dünndarmresektion läßt sich dadurch erklären, daß die MCT intraluminär wesentlich schneller und vollständiger von den Pankreasfermenten hydrolysiert werden und aufgrund dieser rascheren Spaltung und Resorption unter den ungünstigen Bedingungen der verkleinerten Darmoberfläche und der verkürzten Darmpassagezeit auch dann noch vollständig resorbiert werden, wenn die Gabe von LCT bereits längst zu erheblicher Steatorrhoe geführt hätte (41,62,91).

Auch bei einer Patientin mit Sprue (Fall 6), wo es aufgrund totaler Zottenatrophie des Dünndarms und dadurch bedingter Verkleinerung der für die Fettresorption zur Verfügung stehenden Darmoberfläche zu Steatorrhoe gekommen war, erzielten wir mit MCT immer wieder eine Reduktion der Fettausscheidung und der Stuhlmenge. Diese Beobachtung deckt sich mit den von anderen Autoren mitgeteilten Ergebnissen (22,94).

Bei Patienten mit Zustand nach Magenoperationen kann es zu Steatorrhoen kommen (10). Bei einem Patienten mit Magenteilresektion (Fall 8) war es im Verlauf von mehreren Wochen nicht gelungen, durch Enzymsubstitution und eine fettarme Magenschonkost die Steatorrhoe von etwa 20 g täglich zu mindern. Erst nach Zugabe von MCT-Öl statt LCT kam es zu einer Reduktion der täglichen Stuhlfettausscheidung auf ca. 11 g. Dieser Befund bestätigt die von anderen Untersuchern mitgeteilten Beobachtungen (68,94).

Es ist bekannt, daß die mittelkettigen Triglyceride im Gegensatz zu den LCT auch bei teilweisem oder vollständigem Fehlen von Gallensäuren und/oder Pankreasfermenten und dadurch bedingten Steatorrhoen zwar nicht optimal (41,66,102), doch immerhin nahezu vollständig resorbiert werden können (31,47,48,81,106). Sie werden erst durch eine mikrosomale Lipase in den Dünndarmepithelzellen in Glycerin und mittelkettige Fettsäuren gespalten (49,74), praktisch nicht wiederverestert (18,81,90) und in der Leber sofort oxidiert (87). Zahlreiche Forscher haben über die therapeutische Wirkung der mittelkettigen Triglyceride bei Erkrankungen, die mit Gallensäuren- und/oder Pankreaslipasemangel einhergehen, berichtet (42,55,60,65, 68,76,79,93,94). Auch in der vorliegenden Arbeit wurden bei einer Patientin mit biliärer Leberzirrhose (Fall 9) und einer Patientin mit Magenteilresektion und exkretorischer Pankreasinsuffizienz (Fall 7) mithilfe einer MCT-Diät und Enzymsubstitution Verminderungen der Stuhlgewichte und der täglichen Fäzeslipidexkretion von 30,5 g auf 21 g (Fall 9) und von 16,0 g auf 6,0 g (Fall 7) erzielt, die mit Fermentsubstitution allein nicht zu erreichen waren.

Beim Malabsorptionssyndrom findet man im typischen Fall das Serumcholesterin erniedrigt (44). Bei 3 unserer Patienten mit Malabsorptionssyndrom, bei denen zu Beginn der Behandlung erniedrigte Serumlipidwerte festgestellt wurden, normalisierte sich unter MCT-Diät der Serumcholesterinspiegel; die vorher ebenfalls verminderten veresterten Fett-

säuren und die Serumgesamtlipide stiegen nur leicht an. Gleichzeitig mit der Erhöhung der meisten Serumlipidfraktionen verringerte sich die weit über die Norm erhöhte Gesamtcholesterinausscheidung mit dem Stuhl auf Werte unter 1000 mg pro Tag. Die nachgewiesene Erhöhung des erniedrigten Serumcholesterin- und Serumgesamtlipidspiegels bei Patienten mit Malabsorptionssyndrom nach Besserung der Fettresorption durch Gabe von mittelkettigen Triglyceriden bestätigt die von einem anderen Autor (22) mitgeteilten Befunde. Wir vermuten, daß der bei den Patienten mit Malabsorptionssyndrom durch die MCT-Diät bewirkte Anstieg des Serumcholesterinspiegels in irgendeinem Zusammenhang mit der durch die diätetische Behandlung erzielten starken Abnahme der hohen Fettausscheidung mit den Stühlen und der starken Verminderung der bei Therapiebeginn ebenfalls exzessiv hohen fäkalen Cholesterinexkretion stehen muß.

Die in der vorliegenden Arbeit nachgewiesenen Erfolge in der diätetischen Behandlung von 3 Patienten mit Hyperlipidämie bestätigen erneut die bereits von zahlreichen Autoren mitgeteilten Ergebnisse (1,13,43,46,70,77). Auch wir beobachteten sowohl nach Substitution der bisher üblichen Nahrungsfette durch polyensäurenreiche Triglyceride als auch nach kombinierter Gabe von polyensäurenreichen und mittelkettigen Triglyceriden eine Normalisierung der teilweise extrem hohen Serumcholesterinwerte, eine deutliche Abnahme der EFS und einen vorübergehenden starken Anstieg der fäkalen Cholesterinexkretion.

In einem Fall von essentieller familiärer Hypercholesterinämie war nur ein geringer Erfolg zu erzielen. Diese Beobachtung entspricht der allgemeinen Erfahrung, daß diese Krankheitsform, deren Pathogenese noch weitgehend unbekannt ist, diätetisch nur geringfügig oder überhaupt nicht zu beeinflussen ist.

Die beschriebenen Untersuchungsergebnisse sind nicht nur von wissenschaftlichem Interesse, sie dürften auch für die

Praxis bedeutsam sein.

Durch Ersatz der bisher üblichen langkettigen und vorwiegend gesättigten Nahrungsfette durch mittelkettige Triglyceride besteht heute die Möglichkeit der Prophylaxe bzw. symptomatischen Therapie nahezu aller Formen der Steatorrhoe.

Auch in der Prophylaxe und Therapie erhöhter Serumlipidspiegel und der damit verbundenen Gefahren ist der Einsatz polyensäurenreicher und/oder mittelkettiger Triglyceride berechtigt und sehr erfolgversprechend.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Es wird über Versuche zur Frage nach dem Einfluß definierter Nahrungsfette (Butterfett; Öl aus mittelkettigen Triglyceriden; Margarine auf Maiskeimölbasis) auf Serum- und Fäzeslipide, fäkale Cholesterinexkretion und Stuhlgewichte bei Gesunden und bei Patienten mit Steatorrhoe bzw. Hyperlipidämie verschiedener Ätiologie berichtet. Anhand von Stuhl- und Blutanalysen wird der unterschiedliche Wert dieser Fette für die diätetische Prophylaxe und Therapie verschiedener Erkrankungen, die mit schweren Fettstoffwechselstörungen einhergehen, aufgezeigt.

1. Bei Gesunden wurde die Fäzeslipidexkretion durch isokalorische Substitution der Butter durch mittelkettige Triglyceride (MCT) bzw. Margarine auf Maiskeimölbasis um durchschnittlich 30 % bzw. 20 % reduziert.
2. Die Serumcholesterinwerte gesunder Probanden ließen sich durch isokalorischen Ersatz der Butter durch MCT bzw. Margarine um durchschnittlich 25 % bzw. 10 % vermindern.
3. Bei den Gesunden war die fäkale Cholesterinexkretion nach Gabe von MCT bzw. Margarine signifikant höher als nach Gabe von Butter.
4. Bei den Patienten mit Steatorrhoe verschiedener Ätiologie war in 8 von 10 Fällen nach Gabe von MCT statt Butter eine erhebliche Reduktion der Stuhlgewichte und der täglichen Stuhlfettausscheidung nachzuweisen.
5. Nach Substitution der üblichen Nahrungsfette durch polyensäurenreiche und/oder mittelkettige Triglyceride bei Patienten mit Hyperlipidämie (3 Fälle) war stets eine Normalisierung des Serumcholesterinspiegels, ein starker Rückgang der veresterten Fettsäuren und eine signifikant höhere fäkale Cholesterinexkretion zu beobachten.

Die Anwendung mittelkettiger Triglyceride in der Prophylaxe und symptomatischen Therapie chronischer, mit schwerer Steatorrhoe einhergehender Krankheiten der Verdauungsorgane wird empfohlen.

Die Prophylaxe bzw. Therapie erhöhter Serumlipidwerte mit einer

Kost, deren Fettanteil etwa 30 % der Gesamtkalorien ausmacht und aus polyensäurenreichen Fetten oder einer Kombination aus polyensäurenreichen und mittelkettigen Triglyceriden besteht, erscheint erfolgversprechend.

Die von verschiedenen Autoren aufgestellte Hypothese, der Abfall des Serumcholesterinspiegels nach Substitution der üblichen Nahrungsfette durch ungesättigte und/oder mittelkettige Triglyceride beruhe auf einer vermehrten fäkalen Cholesterinexkretion, wird durch die vorliegenden Untersuchungsergebnisse unterstützt.

L i t e r a t u r

1. AHRENS, E.H., Jr., D.H.BLANKENHORN u. T.T.TSALTAS: Effect on human serum lipids of substituting plant for animal fat in diet. Proc.Soc.Exper.Biol.& Med. 86 (1954), 872
2. AHRENS, E.H., Jr., et al.: The influence of dietary fats on serum-lipid levels in man. Lancet I (1957), 943
3. AHRENS, E.H., Jr., et al.: The effect on serum-lipids of a dietary fat, highly unsaturated, but poor in essential fatty acids. Lancet I (1959), 115
4. ANDERSON, J.T., et al.: Effect of dietary cholesterol on serum cholesterol level in man. Fed.Proc. 21 (1962), 100
5. ANNEGERS, J.H., J.H.BOUTWELL u. A.C.IVY: The effect of dietary fat on fecal excretion and subjective symptoms in man. Gastroenterology 10 (1948), 486
6. AVIGAN, J., u. D.STEINBERG: Sterol and bile acid excretion in man and the effects of dietary fat. J.Clin.Invest. 44 (1965), 1845
7. BECK, K., et al.: Zur Problematik der Ernährung und Substitution nach subtotaler Dünndarmresektion. Der Chirurg 39 (1968), 130
8. BERG, G.: Verdaulichkeit und Verwertung von Fetten im gesunden und kranken Organismus. Med.u.Ern. 8 (1967), 151
9. BERG, G., E.OHNHAUS u. D.LEIS: Zur Behandlung von Resorptionsstörungen mit mittelkettigen Triglyceriden (MCT) als Bestandteil einer Formeldiät. Med.u.Ern. 9 (1968), 225
10. BERNDT, H., u. J.HILLER: Untersuchungen über die Ausscheidung von Fett im Stuhl nach Magenoperationen. Acta Biol. Med.Germ. 4 (1960), 90
11. BEVERIDGE, J.M.R., W.F.CONNELL u. G.A.MAYER: Dietary factors affecting level of plasma cholesterol in humans: role of fat. Canad.J.Biochem.Physiol. 34 (1956), 441
12. BEVERIDGE, J.M.R., et al.: Dietary cholesterol and plasma cholesterol levels in man. Can.J.Biochem.Physiol. 37 (1959), 575
13. BHATTACHARYYA, A.K., et al.: Effect on serum lipids and fecal excretion of cholesterol and its degradation products in man. Am.J.Clin.Nutr. 22 (1969), 1161
14. BLOMSTRAND, R.: Transport form of decanoic acid-1-C¹⁴ in the lymph during intestinal absorption in the rat. Acta Physiol.Scand. 34 (1955), 67
15. BLOOM, B., et al.: The quantitative significance of the lymphatic pathway in transport of absorbed fatty acids. J.Biol.Chem. 184 (1950), 1
16. BLOOM, B., I.L.CHAIKOFF u. W.O.REINHARDT: Intestinal lymph as pathway for transport of absorbed fatty acids of different chain lengths. Am.J.Physiol. 166 (1951), 451

17. BÖHLE, E., W. ERB u. J. WILDGRUBE: Blut- und Faeceslipide bei Verwendung von Nahrungsfetten mit mittelkettigen und polyensäurereichen Triglyceriden. *Med.u.Ern.* 9 (1968), 169
18. BORGSTRÖM, B.: Transport of C^{14} -decanoic acid in porta and inferior vena cava blood during absorption in the rat. *Acta Physiol.Scand.* 34 (1955), 71
19. BORGSTRÖM, B., et al.: Studies of intestinal digestion and absorption in the human. *J.Clin.Invest.* 36 (1957), 1521
20. BRONTE-STEWART, B., et al.: Effect of feeding different fats on serum cholesterol level. *Lancet* I (1956), 521
21. BROWN, H.B., U.I.H. PAGE: Lowering blood lipid levels by changing food patterns. *J.A.M.A.* 168 (1958), 1989
22. CANCIO, M., u. R. MENENDEZ-CORRADA: Absorption of medium chain triglycerides in tropical sprue. *Proc.Soc.Exp.Biol. Med.* 117 (1964), 182
23. CHAIKOFF, I.L., et al.: Pentadecanoic acid- $5-C^{14}$: its absorption and lymphatic transport. *J.Biol.Chem.* 190 (1951), 431
24. CONNOR, W.E., R.E. HODGES u. R.E. BLEILER: The effect of dietary cholesterol upon the serum lipid levels in man. *J.Lab.Clin.Med.* 57 (1961), 331
25. CONNOR, W.E., et al.: Cholesterol balance and fecal neutral steroid and bile acid excretion in normal men fed dietary fats of different fatty acid composition. *J.Clin. Invest.* 48 (1969), 1365
26. COOKE, W.T., u. J.M. FRENCH: Steatorrhea in modern trends in gastroenterology. 2nd Ser., ed. by F.A. Jones, London, 1958.
27. DEMLING, L.: Einführung in die Innere Medizin. Thieme, Stuttgart, 9. Aufl., 1967
28. DROESE, W., u. H. STOLLEY: Die Ausnutzung der Nahrungsfette. *Med.u.Ern.* 4 (1963), 157
29. ERICKSON, B.A., et al.: The effect of partial hydrogenation of dietary fats, of the ratio of polyunsaturated to saturated fatty acids, and of dietary cholesterol upon plasma lipids in man. *J.Clin.Invest.* 43 (1964), 2017
30. FERNANDES, J., J.H. VAN DE KAMER u. H.A. WEIJERS: The absorption of fats studied in a children with chylothorax. *J.Clin.Invest.* 34 (1955), 1026
31. FERNANDES, J., J.H. VAN DE KAMER u. H.A. WEIJERS: Differences in absorption of the various fatty acids studied in children with steatorrhoe. *J.Clin.Invest.* 41 (1962), 488
32. FISHER, H., u. H. KAUNITZ: Effects of medium- and long-chain saturated triglycerides on blood and liver cholesterol of chickens and rats. *Proc.Soc.Exp.Biol.Med.* 116 (1964), 278

33. FOOD AND NUTRITION BOARD: Dietary fat and human health. Publ. 1147, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, 1966.
34. FRAZER, A.C.: Fat Metabolism. Ann.Rev.Biochem. 1952
35. FRAZER, A.C.: Fate of dietary fat in the body. Nature 194 (1962), 908
36. FRENCH, A.B., et al.: The effect of medium-chain triglycerides (MCT) on losses of fat, nitrogen and minerals in patients with intestinal malabsorption. Am.J.Clin.Nutr. 18 (1966), 303
37. GOLDSMITH, G.A., J.G.HAMILTON u. O.N.MILLER: Lowering of serum lipid concentrations: mechanism used by unsaturated fats, nicotinic acid, and neomycin: excretion of sterols and bile acids. Arch.Intern.Med. 105 (1960), 512
38. GORDON, H., et al.: Dietary fat and cholesterol metabolism. Faecal elimination of bile acids and other lipids. Lancet II (1957), 1299
39. GRANDE, F.: Serum lipid response to dietary fats differing in the chain length of the saturated fatty acids. J.Nutr. 76 (1962), 255
40. GREEN, I.G., et al.: Use of fat-modified foods for serum cholesterol reduction. J.A.M.A. 183 (1963), 5
41. GREENBERGER, N.J., J.B.RODGERS u. K.J.ISSELBACHER: Absorption of medium and long chain triglycerides: Factors influencing their hydrolysis and transport. J.Clin.Invest. 45 (1966), 217
42. GREENBERGER, N.J., R.D.RUPPERT u. M.TZAGOURNIS: Use of medium chain triglycerides in malabsorption. Ann.Intern.Med. 66 (1967), 727
43. GROEN, J., et al.: The influence of nutrition, individuality and some other factors including various forms of stress, on the serum cholesterol; an experiment of nine months duration in 60 normal human volunteers. Voeding 13 (1952), 556
44. GROSS-JAHN: Innere Medizin. Schattauer, München, 1966.
45. GUNNING, B.E., et al.: Effects of different fats on plasma-lipid levels. Lancet II (1964), 336
46. HASHIM, S.A., A.ARTEAGA u. T.B.VAN ITALLIE: Effect of a saturated medium-chain triglyceride on serum-lipids in man. Lancet I (1960), 1165
47. HASHIM, S.A., H.B.ROHOLT u. T.B.VAN ITALLIE: Pancreatogenous steatorrhea treated with medium-chain triglyceride. Clin.Res. 10 (1962), 394
48. HASHIM, S.A., V.K.BABAYAN u. T.B.VAN ITALLIE: Treatment of chyluria with a medium chain triglyceride. Am.J.Clin.Nutr. 10 (1962), 351
49. HASHIM, S.A., et al.: Intestinal absorption and mode of transport in portal vein of medium chain fatty acids. J. Clin.Invest. 43 (1964), 1238

50. HASHIM, S.A., et al.: Treatment of chyluria and chylothorax with medium-chain triglyceride. *New Engl.J.Med.* 270 (1964), 756
51. HAUST, H.L., u. J.M.R.BEVERIDGE: Effect of varying type and quantity of dietary fat on the fecal excretion of bile acids in humans subsisting on formula diets. *Arch. Biochem.Biophys.* 78 (1958), 367
52. HEGSTED, D.M., et al.: Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am.J.Clin.Nutr.* 17 (1965), 281
53. HELLMANN, L., et al.: Intestinal excretion of cholesterol: A mechanism for regulation of plasma levels. *J.Clin.Invest.* 36 (1957), 898
54. HENDRY, E.B.: The chemical diagnosis of steatorrhea. *Brit.Med.J.* 975 (1960), 5204
55. HENNING, N., u. G.BERG: Verdauungs- und Resorptionsstörungen bei Pankreaserkrankungen. *Internist* 5 (1964), 441
56. HENNING, N.: *Klinische Laboratoriumsdiagnostik.* Urban & Schwarzenberg, München, 3.Aufl., 1966
57. HOAGLAND, R., u. G.G.SNIDER: Digestibility of certain higher saturated fatty acids and triglycerides. *J.Nutr.* 26 (1943), 219
58. HOFMANN, A.F., u. B.BORGSTRÖM: Physico-chemical state of lipids in intestinal content during their digestion and absorption. *Fed.Proc.* 21 (1962), 43
59. HOFMANN, A.F.: A physiochemical approach to the intraluminal phase of fat absorption. *Gastroenterology* 50 (1966), 56
60. HOLT, P.R., S.A.HASHIM u. T.B.VAN ITALLIE: Treatment of malabsorption syndrome and exsudative enteropathy with synthetic medium chain triglycerides. *Am.J.Gastroent.* 43 (1965), 549
61. HOLT, P.R.: Medium chain triglycerides. A useful adjunct in nutritional therapy. *Gastroenterology* 50 (1967), 961
62. HOLT, P.R.: Medium chain triglycerides. *Gastroenterology* 53 (1967), 961
63. HOLT, P.R., u. S.B.CLARK: Dietary triglyceride composition related to intestinal fat absorption. *Am.J.Clin.Nutr.* 22 (1969), 279
64. HUGHES, R.H., u. E.J.WIMMER: The absorption of soluble, volatile fatty acids. *J.Biol.Chem.* 108 (1935), 141
65. IBER, F.L., E.HARDOON u. M.H.SANGREE: Use of eight and ten carbon fatty acids as neutral fat in management of steatorrhea. *Clin.Res.* 11 (1963), 185
66. ISSELBACHER, K.J.: Factors influencing the absorption of a medium chain triglyceride. *Gastroenterology* 49 (1965), 337
67. ISSELBACHER, K.J.: Biochemical aspects of fat absorption. *Gastroenterology* 50 (1966), 78

68. JARNUM, S., u. H. JENSEN: Medium chain triglycerides (MCT) in the treatment of protein-losing enteropathy and malabsorption syndromes. *Scand.J.Gastroent.* 1 (1966), 306
69. KAUNITZ, H., et al.: Relation of cholesterol levels to dietary medium and long chain saturated triglycerides and linoleic acid. *Fed.Proc.* 18 (1959), 485
70. KEYS, A., J.T. ANDERSON u. F. GRANDE: "Essential" fatty acids, degree of unsaturation, and effect of corn (maize) oil on the serum-cholesterol level in man. *Lancet* I (1957), 66
71. KINSELL, L.W., et al.: Dietary modification of serum cholesterol and phospholipid levels. *J.Clin.Endocr.* 12 (1952), 909
72. KINSELL, L.W., et al.: Dietary considerations with regard to type of fat. *Am.J.Clin.Nutr.* 15 (1964), 198
73. KIRSCHNER, S.L., u. R.S. HARRIS: The effects of chain length on the metabolism of saturated fatty acids by the rat. *J. Nutr.* 73 (1961), 397
74. KIYASU, J.Y., B. BLOOM u. I.L. CHAIKOFF: The portal transport of absorbed fatty acids. *J.Biol.Chem.* 199 (1952), 415
75. LEWIS, B.: Effect of certain dietary oils on bile acid secretion and serum cholesterol. *Lancet* I (1958), 1090
76. LINSCHER, W.G., et al.: Medium and long chain fat absorption in patients with cirrhosis. *J.Clin.Invest.* 45 (1966), 1317
77. MALMROS, H., u. G. WIGAND: The effect on serum-cholesterol of diets containing different fats. *Lancet* II (1957), 1
78. MOORE, R.B., et al.: Effect of dietary fat on the fecal excretion of cholesterol and its degradation products in man. *J.Clin.Invest.* 47 (1968), 1517
79. PINTER, K.G., et al.: Fat absorption studies in various forms of steatorrhea. *Am.J.Clin.Nutr.* 15 (1964), 293
80. PINTER, K.G., G.A. GOLDSMITH u. T.B. VAN ITALLIE: Effect of various fats on cholesterol ester metabolism in man. *Am.J. Clin.Nutr.* 18 (1966), 305
81. PLAYOUST, M.R. u. K.J. ISSELBACHER: Studies on the intestinal absorption and intramucosal lipolysis of a medium chain triglyceride. *J.Clin.Invest.* 43 (1964), 878
82. RAPER, H.S.: Experiments bearing on the functions of the liver in the metabolism of fats. *J.Biol.Chem.* 14 (1912/13), 117
83. REISER, R., u. M.J. BRYSON: Route of absorption of free fatty acids and triglycerides from the intestine. *J.Biol. Chem.* 189 (1951), 87
84. ROELS, O.A., u. S.A. HASHIM: Influence of fatty acids on serum cholesterol. *Fed.Proc.* 21 (1962), 71
85. RUEDI, W.F.: Chemische Untersuchungen des Stuhles. *Schweiz. med.Wschr.* 93 (1963), 1065

86. SCHOEN, H., et al.: Die gaschromatographische Untersuchung von Nahrungsfetten. Med.u.Ern. 5 (1964), 243
87. SCHWABE, A.D., L.R.BENNETT u. L.P.BOWMAN: Octanoic acid absorption and oxidation in humans. J.Appl.Physiol. 19 (1964), 335
88. SCHWARTZ, M.K., et al.: Fat and nitrogen metabolism in patients with massive small bowel resections. S.Forum 6 (1956), 385
89. SENIOR, J.R., u. K.J.ISSELBACHER: Demonstration of an intestinal monoglyceride lipase; an enzyme with a possible role in the intracellular completion of fat digestion. J. Clin.Invest. 42 (1963), 187
90. SENIOR, J.R.: Medium chain triglycerides. Univ.of Pennsylvania Pr., Philadelphia, 1968.
91. SICKINGER, K.: Therapie der Steatorrhoe durch Substitution der Nahrungsfette mit mittelkettigen Triglyceriden. Dtsch.med.Wschr. 93 (1968), 1600
92. SICKINGER, K.: Bilanzuntersuchungen bei Patienten mit Maldigestion, Malabsorption und primärer exsudativer Enteropathie unter mittelkettigen Triglyceriden. Med.u.Ern. 9 (1968), 145
93. SICKINGER, K.: Die Behandlung der chologischen Diarrhoe und Steatorrhoe des enteralen Gallensäureverlustsyndroms mit Cholestyramin und mittelkettigen Triglyceriden. Dtsch.med.Wschr. 94 (1969), 1151
94. SKALA, I.: Composition of feces in steatorrhea of different etiology: Mutual relationship between the volume of feces, water and dry matter, nitrogen, and fat content. Am.J. Digest.Diseases 13 (1968), 204
95. SMITS, B.J., P.WILDING u. W.T.COOKE: Ready absorption of medium-chain triglyceride in the steatorrhea syndrome. Gut 9 (1968), 28
96. SODHI, H.S., et al.: Plasma, bile and fecal sterols in relation to diet. Metab.Clin.Exp. 16 (1967), 334
97. SPRITZ, N., E.H.AHRENS, Jr. u. S.GRUNDY: Sterol balance in man as plasma cholesterol concentrations are altered by exchanges of dietary fats. J.Clin.Invest. 44 (1965), 1482
98. STANLEY, M.M., u. S.H.CHENG: Cholesterol exchange in the gastrointestinal tract in normal and abnormal subjects. Gastroenterology 30 (1956), 62
99. STEENBOCK, H., M.H.IRWIN u. J.WEBER: Comparative rate of absorption of different fats. J.Nutr. 12 (1936), 103
100. STEINER, A., E.J.HOWARD u. S.AKGUN: Importance of dietary cholesterol in man. J.A.M.A. 181 (1962), 186
101. TROLL, U., u. G.BERG: Zur Methodik der Stuhlfettbestimmung. Med.u.Ern. 9 (1968), 172
102. VALDIVIESO, V.D., u. A.D.SCHWABE: Factors influencing the absorption of a medium chain triglyceride. Gastroenterology 48 (1965), 331

- 103.VAN DE KAMER, J.H., u. H.A.WEIJERS: Malabsorption syndrome. Fed.Proc. 20 (1961), 335
- 104.WINAWER, S.J., et al.: Successfull management of massive small-bowel resection based on assessment of absorption defects and nutritional needs. New Engl.J.Med. 274 (1966), 72
- 105.WOOD, P.D.S., R.SHIODA u. L.W.KINSELL: Dietary regulation of cholesterol metabolism. Lancet II (1966), 604
- 106.ZURIER, R.B., S.A.HASHIM u.T.B.VAN ITALLIE: Effect of medium-chain triglyceride on cholestyramine-induced steatorrhea in man. Gastroenterology 49 (1965), 490
- 107.ZURIER, R.B., et al.: Use of medium-chain triglyceride in management of patients with massive resection of the small intestine. New Engl.J.Med. 274 (1966), 490

	Gesättigte Fettsäuren in %	Monocne in %	Polyene in %
Butter	65,5	31,5	4,0
Margarine auf Mais- keimölbasis	55,1	23,4	21,5
M C T	100,0		

Tab. 1: Zusammensetzung der in der vorliegenden Arbeit verwendeten Nahrungsfette (gaschromatographische Analyse)

Fall	Name	♂ ♀	Alter	Steatorrhoe bei ...
1	K.J.	M	27	Malabsorptionssyndrom nach Dünndarmresektion
2	B.M.	M	17	Malabsorptionssyndrom nach Dünndarmresektion
3	L.T.	W	41	Malabsorptionssyndrom nach Dünndarmresektion
4	F.E.	W	27	Malabsorptionssyndrom nach Dünndarmresektion
5	S.E.	M	63	Malabsorptionssyndrom nach Dünndarmresektion
6	H.E.	W	25	Malabsorptionssyndrom bei Sprue
7	G.H.	W	42	Maldigestionssyndrom nach Magenresektion; Exkretor. Pankreasinsuff.
8	S.J.	M	54	Maldigestionssyndrom nach Magenresektion
9	L.M.	W	39	Maldigestionssyndrom bei biliärer Leber-Ci
10	H.C.	W	28	Malabsorptionssyndrom infolge Befalls des Dünndarms bei Colitis ulc.

Tab. 2: Diagnosen der Patienten mit Steatorrhoe

Fall	Name	♂ ♀	Alter	Klinische Diagnose :
11	R.S.	W	47	Sekundäre Hyperlipidämie bei Diabetes mellitus; Fettleber
12	E.H.	w	55	Essentielle Hypercholesterinämie; Hypertonie
13	H.K.	W	59	Sekundäre Hyperlipidämie bei Diabetes mellitus; Encephalomalazie
14	L.A.	W	29	Hyperlipidämie bei nephrotischem Syndrom

Tab. 3: Diagnosen der Patienten mit erhöhten Blutfettwerten

Fall	(I) B u t t e r (1. Woche)		(II) M a r g a r i n e (2. Woche)		(III) M C T (3. Woche)	
	Stuhl- gewicht in g/die	Stuhl- fett in g/die	Stuhl- gewicht in g/die	Stuhl- fett in g/die	Stuhl- gewicht in g/die	Stuhl- fett in g/die
1	231,2	6,94	216,4	6,49	191,3	6,22
2	217,3	3,80	199,0	4,98	137,0	3,08
3	190,8	3,82	161,6	4,04	88,4	2,21
4	77,1	5,68	130,4	2,93	135,2	2,37
5	136,8	5,87	186,5	6,53	238,7	4,77
6	65,6	1,80	68,4	1,97	101,9	1,53
7	173,1	3,25	146,4	2,93	127,1	2,54
8	168,8	4,22	178,0	4,45	191,3	3,83
9	92,2	5,07	85,0	3,31	84,4	2,53
10	194,5	5,84	248,9	5,60	266,6	5,00

Tab. 4: Der Einfluß definierter Nahrungsfette auf Stuhlgewicht
und fäkale Lipidexkretion

- 10 gesunde Probanden -

Statistische Auswertung:

Stuhlfett I/III : $p < 0,005$

Stuhlfett II/III : $0,05 > p > 0,01$

Fall	(I) Butter (1.Woche)	(II) Margarine (2.Woche)	(III) MCT (3.Woche)
1	578	470	485
2	462	511	284
3	216	417	213
4	229	222	247
5	273	331	390
6	142	159	171
7	329	408	380
8	391	401	377
9	230	297	234
10	505	591	474

Tab. 5: Einfluß der Nahrungsfette auf
die fäkale Cholesterinexkretion
(in mg pro die)

- 10 gesunde Probanden -

Statistische Auswertung:

I/II : $0,05 > p > 0,01$

I/III : $0,05 > p > 0,01$

Fall	(I) Butter (1.Woche)	(II) Margarine (2.Woche)	(III) MCT-Öl (3.Woche)
1	328	214	235
2	254	243	215
3	240	196	162
4	310	273	241
5	207	180	158
6	197	178	113
7	279	225	228
8	191	207	186
9	196	147	122
10	222	219	208

Tab. 6: Einfluß der Nahrungsfette auf
die Serumcholesterinwerte (in mg%)
- 10 gesunde Probanden -

Statistische Auswertung:

I/III : $p < 0,005$

I/II : $p < 0,005$

II/III : $0,05 > p > 0,01$

	Butter (1. Woche)		Margarine (2. Woche)		MCT (3. Woche)	
Fall	Gesamt- lipide in mg%	EFS in mÄq pro 100ml	Gesamt- lipide in mg%	EFS in mÄq pro 100ml	Gesamt- lipide in mg%	EFS in mÄq pro 100ml
1	-	1,35	-	1,0	-	1,2
2	-	1,22	-	1,46	-	1,22
3	-	1,4	-	1,31	-	1,48
4	1040	-	950	-	1010	-
5	810	-	750	-	860	-
6	700	1,01	670	0,94	910	1,1
7	960	1,14	880	1,32	1010	1,64
8	750	0,95	750	1,4	740	1,22
9	680	-	500	-	1080	-
10	850	1,11	860	1,45	910	1,41

Tab. 7: Einfluß der Nahrungsfette auf Gesamtlipide und veresterte Fettsäuren im Serum (EFS) (je 7 Fälle)
 - 10 gesunde Probanden -
 (Wegen der geringen Fallzahl konnte keine statistische Auswertung durchgeführt werden),

Fall	Name	Stuhlgewicht in g pro Tag		Stuhlfett- ausscheidung in g pro Tag		Behand- lungs- dauer in Wochen
		vorher	nachher	vorher	nachher	
1	K.J.	1492,0	655,9	111,9	43,5	9
2	B.M.	1100,3	552,7	116,9	53,9	3
3	L.T.	827,4	748,9	27,3	38,4	3 Relap. notwendig
4	F.E.	425,2	447,5	28,7	44,8	5 Relap. notwendig
5	S.E.	338,9	317,8	11,0	7,9	3
6	H.E.	717,8	429,5	19,7	15,0	4
7	W.H.	372,2	314,1	20,6	11,0	3
8	S.J.	155,7	114,1	16,0	6,0	5
9	K.M.	276,9	196,4	30,5	21,0	3
10	H.C.	280,4	175,1	17,5	9,1	3

Tab. 8: Stuhlgewichte und fäkale Lipidexkretion
vor und nach Behandlung mit MCT-Diät
und Enzymsubstitution
- 10 Patienten mit Steatorrhoe -

Statistische Auswertung:

Stuhlgewicht vorher/nachher: $0,05 > p > 0,025$

Fall	Name	Stuhl- gewicht in g/die		Stuhlfett in g/die		Serum- cholesterin in mg%		Veresterte Fettsäuren in mäg/100 ml	
		vor- her	nach- her	vor- her	nach- her	vor- her	nach- her	vor- her	nach- her
11	R.S.	104,4	122,4	7,6	3,2	924	206	14,5	3,84
12	E.H.	74,7	162,6	1,1	4,1	915	758	2,64	2,83
13	H.K.	382,8	240,5	10,5	3,6	524	249	11,0	1,98
14	L.A.	420,1	188,2	6,3	2,6	612	260	2,18	1,53

Tab. 9: Stuhlgewicht, Fäzeslipidexkretion, Serumcholesterin und veresterte Fettsäuren im Serum vor und nach diätetischer Behandlung mit Margarine auf Maiskeimölbasis (Fälle 11 u. 12) bzw. mit MCT und Margarine (Fälle 13 u. 14)

- 4 Patienten mit Hyperlipidämie bzw. Hypercholesterinämie -

Behandlungsdauer: Fall 11 : 6 Wochen ; Fall 12 : 7 Wochen;
Fall 13 : 4 Wochen ; Fall 14 : 4 Wochen.

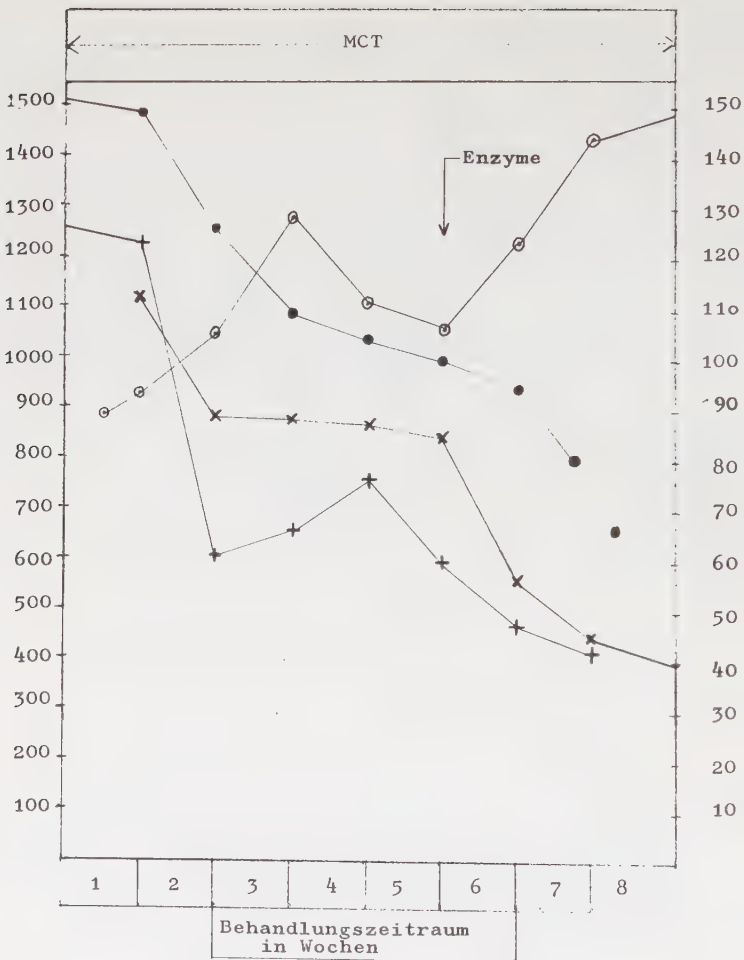


Abb. 1: Behandlung eines Patienten mit massiver Steatorrhoe nach Dünndarmresektion (Fall 1) mit mittelkettigen Triglyceriden (MCT) und Verdauungsenzymen: Wirkung auf Stuhlgewichte, fäkale Lipid- und Cholesterinexkretion und Serumcholesterinspiegel.

Zeichenerklärung:

- Stuhlgewichte in g pro Tag
- +—+—+— Fäkale Cholesterinexkretion in mg pro Tag
- Serumcholesterinspiegel in mg%
- x—x—x— Fäzeslipidexkretion in g pro Tag

L e b e n s l a u f

Am 22.Mai 1941 wurde ich in Erlangen als zweites Kind des Techn. Angestellten Johann Altenburg und seiner Ehefrau Regina, geb. Krank, geboren. Von 1947 bis 1952 besuchte ich in Erlangen die Volksschule und danach bis zur Reifeprüfung 1961 das Marie-Therese-Gymnasium in Erlangen. Anschließend leistete ich freiwillig einen zweijährigen Wehrdienst bei der Deutschen Bundeswehr ab und wurde im September 1963 als Leutnant d.R. entlassen. Im Wintersemester 1963/64 begann ich in Erlangen mit dem Medizinstudium. Seit Mai 1967 bin ich verheiratet, im Mai 1968 wurde mein Sohn Stephan geboren. Das Medizinische Staatsexamen bestand ich am 23.7.1969 an der Universität Erlangen. Die Medizinalassistentenzeit verbrachte ich am Klinischen Sanatorium Trausnitz (Chefarzt: Med.Dir.Dr.O.P.Schmidt) in Bad Reichenhall und am Pathologisch-anatomischen Institut (Vorstand: Prof.Dr.E.Müller) der Universität Erlangen. Seit 1.Mai 1970 arbeite ich als Medizinalassistent in der Neurochirurgischen Klinik mit Poliklinik (Direktor: Prof. Dr.W.Schiefer) der Universität Erlangen-Nürnberg.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hög, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
